



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 43 833 A1** 2004.03.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 43 833.1**

(22) Anmeldetag: **13.09.2002**

(43) Offenlegungstag: **25.03.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B23K 26/00**

(71) Anmelder:

**Laser- und Medizin-Technologie GmbH, Berlin,
14195 Berlin, DE**

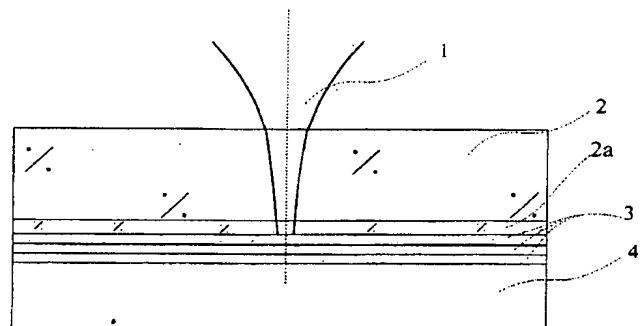
(72) Erfinder:

**Binder, Alexander, Dipl.-Ing., 10967 Berlin, DE;
Müller, Gerhard, Prof. Dr.-Ing., 14129 Berlin, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Schweißen mittels Laserstrahl**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine optisch-mechanische Vorrichtung und ein Verfahren zum Schweißen mittels Laserstrahl. Dabei werden die Bauteile (3) zwischen einer transparenten Platte (2) und einer Unterplatte (4) zusammengehalten, evtl. unter zusätzlicher Verwendung einer weiteren transparenten Platte (2a). Der Laserstrahl (1) dringt durch den transparenten Teil (2 und 2a) eines Spannmittels und wird auf das/die Werkstück(e) (3) fokussiert. Die optional zu verwendende transparente Platte (2a) dient, als kostengünstiges Austauschteil, dem Schutz der oberen transparenten Platte (2). Die Bauteile (3) werden direkt an der Fugestelle zusammengehalten. Die Vorrichtung und das Verfahren eignen sich besonders für dünne Bauteile wie Folien, welche beim Schweißen starkem Wärmeverzug unterliegen.



Beschreibung**Aufgabenstellung****Aufgabenstellung**

[0001] Ziel ist die Entwicklung von Vorrichtung und Verfahren zum Lasermikroschweißen dünner Bauteile. Hierbei soll die hohe Neigung dünner Folien, sich unter Wärmeeinfluss wellig zu verziehen, vermieden werden.

Stand der Technik

[0002] Die derzeit verwendeten Spanntechniken zum Laserstrahlmikroschweißen sind verkleinerte Varianten von Spannmitteln zum Verschweißen millimeterdicker Bleche. Um den beschriebenen Verzug zu vermeiden, werden die Spannpratzen möglichst dicht an die Fugestelle positioniert, um den freiliegenden und somit verzugsgefährdeten Bereich gering zu halten. Es ist jedoch bisher nicht möglich, Folien, die dünner als 100µm sind, reproduzierbar und fehlerfrei zu verschweißen. Es ist weiterhin ohne erheblichen Aufwand nicht möglich, geschlossene Konturen zu schweißen, da in diesem Fall eine innerhalb der Kontur liegende Spannpratze nicht ohne weiteres angepresst werden kann.

[0003] Vorbekannt ist durch JP 02120259 A eine Lösung zum Verdrahten von Leiterplatten, welche unter anderem aus einem für den Laserstrahl transparenten, oberen Haltestift besteht. Mittels einer reflektierenden Ummantelung dieses Stifts wird seitliche Verluststrahlung wieder zur Bearbeitungszone zurückreflektiert. Für das Verschweißen dünner Folien ist diese Vorrichtung nicht geeignet, da die Spannfläche und die bearbeitbare Fläche durch die reflektierende Ummantelung begrenzt ist. In JP 09162248 A ist weiterhin das Problem einer zunehmenden Verschmutzung des transparenten Stiftes an der in Kontakt mit der Fugestelle stehenden Fläche nicht gelöst.

[0004] Vorbekannt sind durch JP 56129623 A und DE 197 26 489 C1 Verfahren, bei welchen Laserstrahlung durch transparente Elemente tritt. Gegenüber dem vorgeschlagenen Verfahren verbinden sich die transparente Elemente in JP 56129623 A und DE 197 26 489 C1 mit dem nicht transparenten Fügepartner, sind also Bauteil und nicht Bestandteil einer Vorrichtung.

[0005] Vorbekannt ist durch JP 02120259 A ein Verfahren, bei welchem Laserstrahlung durch ein transparentes Element tritt. Gegenüber dem vorgeschlagenen Verfahren verbindet sich das transparente Element in JP 02120259 A über eine absorbierende Zwischenschicht mit einem weiteren transparenten Element. Wie in JP 56129623 A und DE 197 26 489 C1 wird die Verbindung transparenter Bauteile und nicht die Verwendung transparenter Vorrichtungen beschrieben.

Erfindungsgemäße Lösung

[0006] Um den Verzug zu verhindern, muss ein Spannmittel auch unmittelbar an der Fugestelle die Bauteile zusammen halten. Ein für den Laserstrahl transparentes Spannmittel erfüllt diese Anforderung.

[0007] Ein für den Laserstrahl transparentes Spannmittel bietet den Vorteil hoher Flexibilität bezüglich der zu schweißenden Geometrie. So werden geschlossene Konturen und komplexe Schweißbahnen mit ein und demselben Spannmittel realisiert.

[0008] Weiterhin ist die Verwendung von Schutzgasen überflüssig, da der Prozess von der Umgebung räumlich getrennt ist. Es gibt keinen Verschleiß an Optik-Schutzgläsern, da Prozessrauch im Bereich der Fugestelle bleibt und nicht an die Fokussieroptik gelangt. Deshalb ist auch eine Druckluftspülung zum Schutz der Optik, bekannt als „Cross-Jet“, überflüssig.

[0009] Die vorgeschlagene Vorrichtung und das vorgeschlagene Verfahren eignen sich besonders zum Verschweißen dünner Materialsichten mit Laserstrahlung. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das fehlerfreie Schweißen von 25 µm starken Edelstahlfolien im Überlappstoß ohne Verzug und Volumenfehlstellen möglich.

[0010] In einer weiteren speziellen Ausführungsform ist das Spannmittel als transparente Rolle ausgeführt, welche auf den Bauteilen rollend einen Anpressdruck ausübt. In einer Variante dieser speziellen Ausführungsform werden die Bauteile zwischen der transparenten Rolle und einer weiteren Rolle bewegt, wodurch Endlosfertigung möglich ist. Die transparente Rolle kann in Weiterführung des Erfindungsgedankens auch hohl und im Innern mit Elementen zur Strahlführung und Strahlformung ausgestattet sein.

Ausführungsbeispiel**Beschreibung der Zeichnungen**

[0011] In Fig. 1 ist ein transparentes Spannmittel zum Laserschweißen dargestellt, welches aus einer unteren nicht notwendigerweise transparenten Platte (4) und einer oberen, dem Laserstrahl (1) zugewandten, für den Laserstrahl (1) transparenten Platte (2) zusammensetzt, zwischen welchen die zu verbindenden Bauteile (3) zusammengehalten werden. Abhängig von den Prozessparametern trübt sich die transparente Platte (2) ein, was sie nach mehrmaliger Verwendung unbrauchbar macht. Um den Verschleiß der transparenten Platte (2) zu verhindern, kann eine zweite (kostengünstige, erneuerbare) transparente Schicht (2a), im folgenden Schutzglas genannt, zwischen die obere transparente Platte (2) und die Bauteile (3) positioniert werden. Zum Verspannen der Platten (2, 2a und 4) und der Bauteile (4) sind alle

Methoden nach dem Stand der Technik (Klemmen, Schrauben, Kniehebelspanner...) erfindungsgemäß.

[0012] In **Fig. 2** ist ein transparentes Spannmittel zum Laserschweißen in einer weiteren Variante dargestellt, welches aus einer unteren nicht notwendigerweise transparenten Platte (4) und einer oberen, dem Laserstrahl (1) zugewandten, für den Laserstrahl (1) transparenten Platte (5), sowie seitlichen Stütz- und Dichtelementen (6) zusammensetzt. Zwischen den seitlichen Stütz- und Dichtelementen (6) und der unteren Platte (4) werden die zu verbindenden Bauteile (3) zusammengehalten. Zwischen den Bauteilen (3), den seitlichen Stütz- und Dichtelementen (6), im folgenden Prismen genannt, und der transparenten Platte (5) befindet sich ein druckbeaufschlagtes Fluid (7). Zum Verspannen der Platten (2 und 4), der Prismen (6) und der Bauteile (4) sind alle gängigen Methoden (Klemmen, Schrauben, Kniehebelspanner...) anwendbar.

[0013] In **Fig. 3** ist ein transparentes Spannmittel zum Laserschweißen in einer weiteren Variante dargestellt, welches aus einer unteren nicht notwendigerweise transparenten Walze (4a) und einer oberen, dem Laserstrahl (1) zugewandten, für den Laserstrahl (1) transparenten Walze (2b) zusammensetzt. Die Fokussierung erfolgt durch die Walze selbst und wird erfindungsgemäß über ein zusätzliches anamorphotisches Strahlformungselement korrigiert. Die Bauteile (3) bewegen sich zwischen den Walzen (2b und 4a). Der Antrieb erfolgt wahlweise über eine oder über beide Walzen (2b und 4a) oder über die Bauteile (3).

[0014] In **Fig. 4** ist ein transparentes Spannmittel zum Laserschweißen in einer weiteren Variante dargestellt, welches aus einer unteren nicht notwendigerweise transparenten Platte (4) und einer oberen, dem Laserstrahl (1) zugewandten, für den Laserstrahl (1) transparenten Walze (2b) zusammensetzt. Die Walze (2b) rollt über die Bauteile (3). Der Antrieb erfolgt über die Walze (2b) oder die untere Platte (4). In dieser Ausführung ist die Walze hohl, in ihrem Innern befindet sich ein Fokussierelement (8) (z.B. Linse) und ein Umlenkelement (9) (z.B. Spiegel).

[0015] In **Fig. 5** ist ein transparentes Spannmittel zum Laserschweißen in einer weiteren Variante dargestellt, welches aus einer unteren, nicht notwendigerweise transparenten Walze (4a) und einer oberen, dem Laserstrahl (1) zugewandten, für den Laserstrahl (1) transparenten Walze (2b) zusammensetzt. Die Bauteile (3) bewegen sich zwischen den Walzen (2b und 4a). Der Antrieb erfolgt über eine der oder über beide Walzen (2b und 4a) oder die Bauteile (3). In dieser Ausführung ist die Walze hohl, in ihrem Innern befindet sich ein Fokussierelement (8) (z.B. Linse) und ein Umlenkelement (9) (z.B. Spiegel).

Bezugszeichenliste

1	Laserstrahl
2	transparente Platte
2a	Schutzglas
2b	transparente Walze
3	Bauteile
4	Platte
5	transparente Platte
6	Prismen
7	Fluid
8	Fokussierelement
9	Umlenkelement

Patentansprüche

1. Vorrichtung und Verfahren zum Spannen von Bauteilen für das Schweißen mittels Laserstrahl **dadurch gekennzeichnet**, dass der dem Laserstrahl zugewandte Teil des Spannmittels für den Laserstrahl transparent ist.

2. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile über ihre gesamte Fügefläche von der Vorrichtung zusammengehalten werden.

3. Vorrichtung nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der dem Laserstrahl abgewandten Seite des Bauteils liegende Vorrichtung ebenfalls transparent ist.

4. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer transparenter Körper zwischen den transparenten Teil des Spannmittels und den zu fügenden Bauteilen vorhanden ist.

5. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der transparente Teil des Spannmittels nicht nur aus festem, transparentem Material besteht, sondern an der Fügestelle ein druckbeaufschlagtes, über die Bauteile strömendes Fluid ist. In dieser Variante besteht die Vorrichtung aus festen Vorrichtungen, zwischen welchen das Fluid fließt. Eine Abdichtung zum Laserstrahl hin erfolgt durch ein festes transparentes Medium.

6. Verfahren und Vorrichtung nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auch nicht-planare Bauteile gespannt und verschweißt werden können.

7. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Relativbewegung der Bauteile zum Laserstrahl durch die Bewegung der Bauteile im Spannmittel erfolgt.

8. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass Relativbewegung der Bauteile zum Laserstrahl durch die Bewegung des Laserstrahls erfolgt.

9. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannmittel aus mindestens einer Walze besteht.

10. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze oder die Walzen für den Laserstrahl transparent ist, bzw. sind.

11. Vorrichtung und Verfahren nach einem Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die transparente Walze hohl ist und sich im Innern die Fokussier- und Strahlführung für den Laserstrahl befindet.

12. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze oder die Walzen angetrieben ist, bzw. sind.

13. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen der Walze oder den Walzen und den Bauteilen ein Fluid, befindet, das durch die Rollbewegung hydro-, bzw. aerodynamischen Druck ausbaut.

14. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass durch Hub- und Senkbewegungen der Fokussierlinse der Fokussdurchmesser variiert wird.

15. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass durch Bewegungen der Fokussierlinse in einer Ebene senkrecht zur Strahlachse ein Pendeln des Fokus bewirkt wird.

16. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Transparenz der Platten, bzw. Walzen neben der primären Laser-Materialbearbeitung auch zur optisch-sensorischen Analyse reflektierender, streuender oder transmittierender Strahlung genutzt wird.

17. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass akustische Prozessinformationen direkt an den Platten, bzw. Walzen abgegriffen werden.

18. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass akustische Prozessinformationen über das Fluid abgegriffen werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

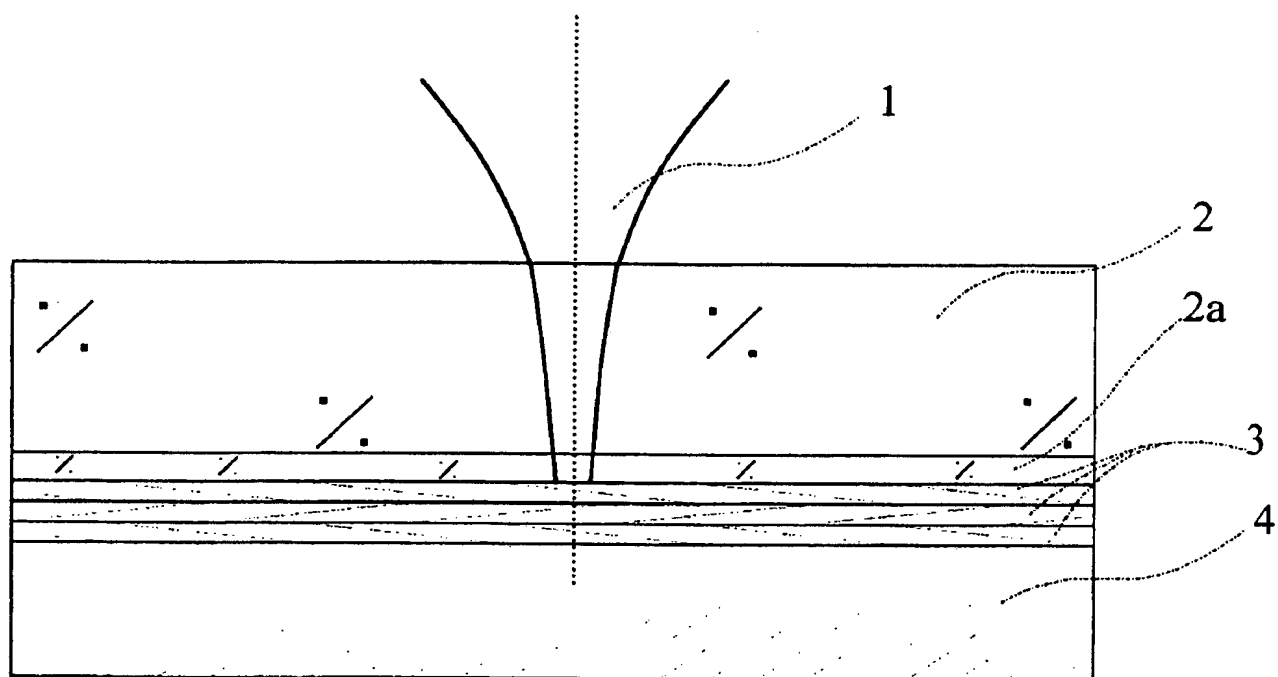


Fig. 1

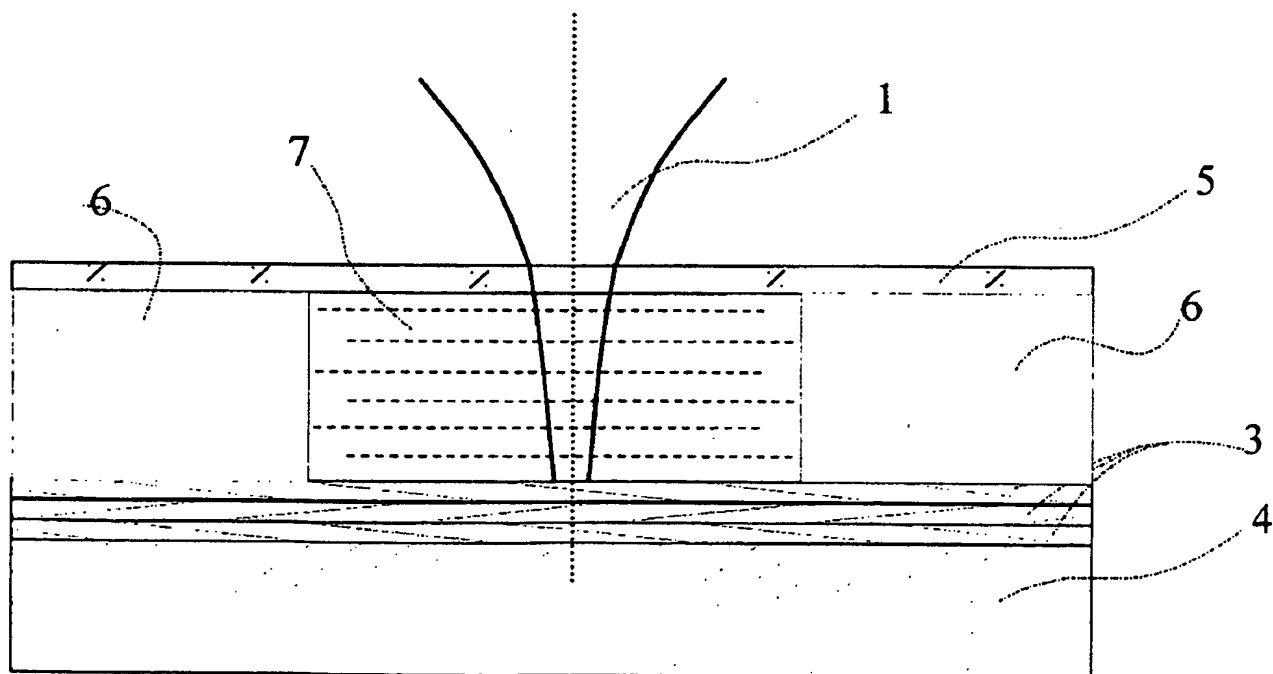


Fig. 2

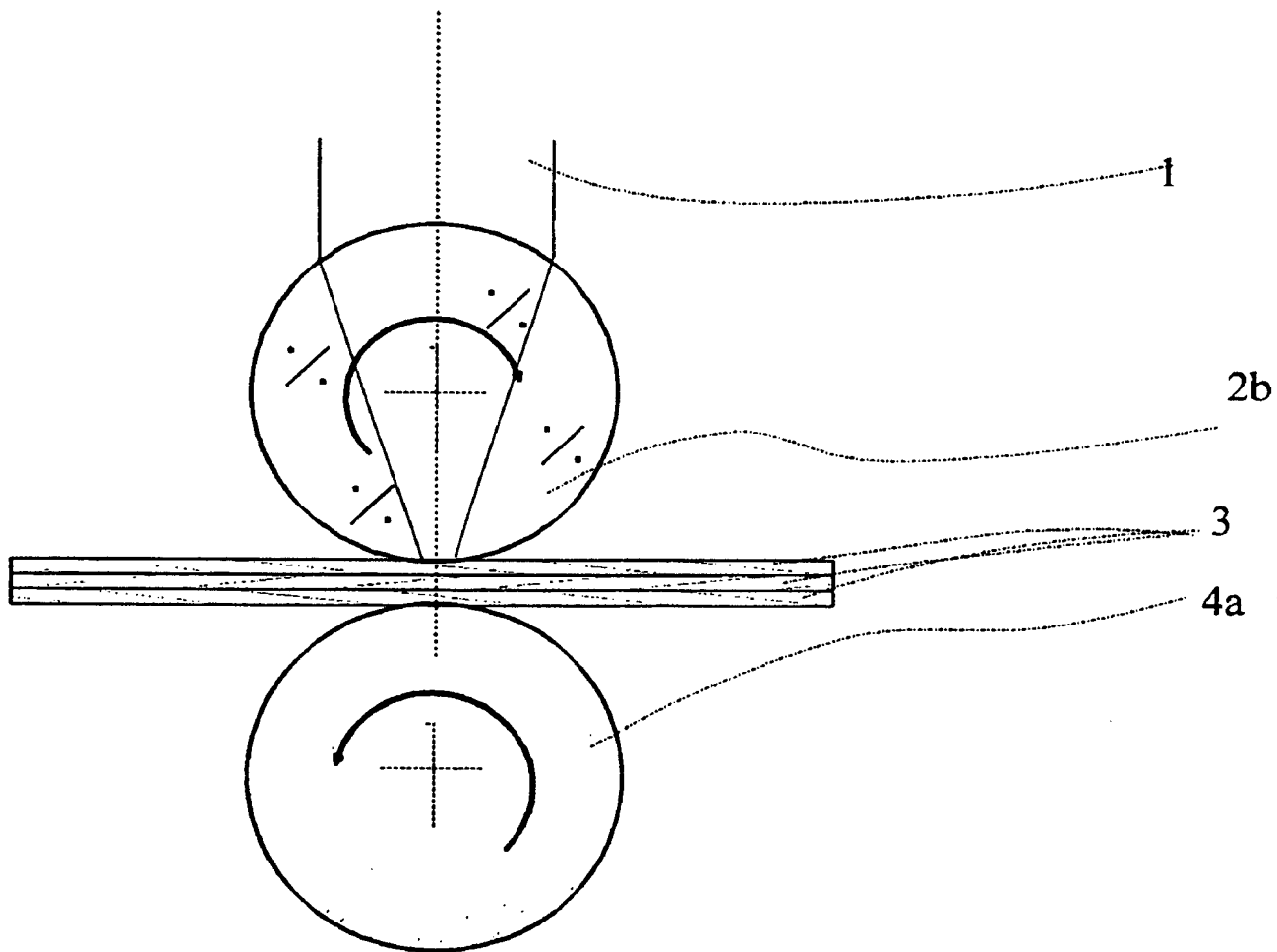


Fig. 3

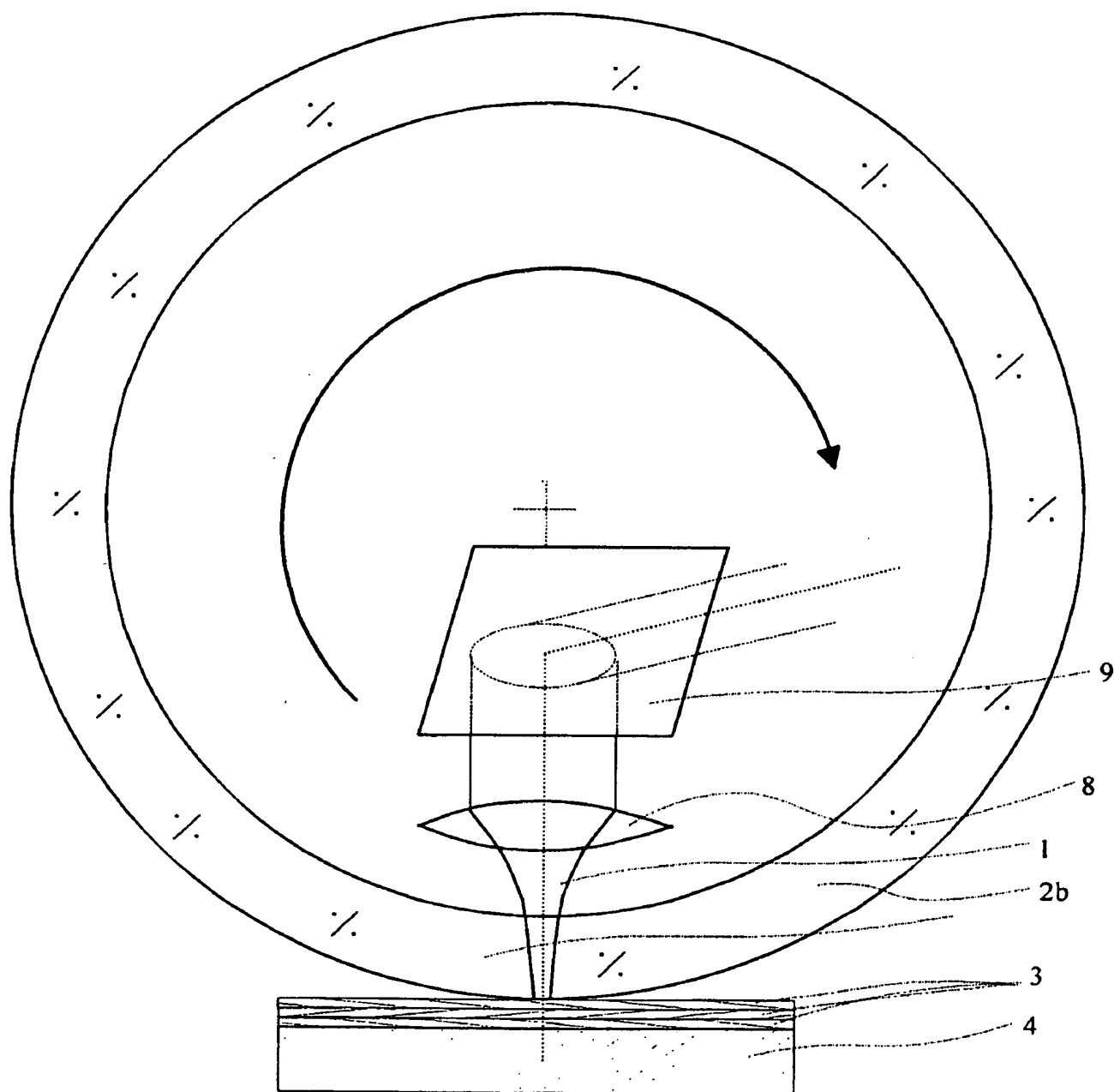


Fig. 4

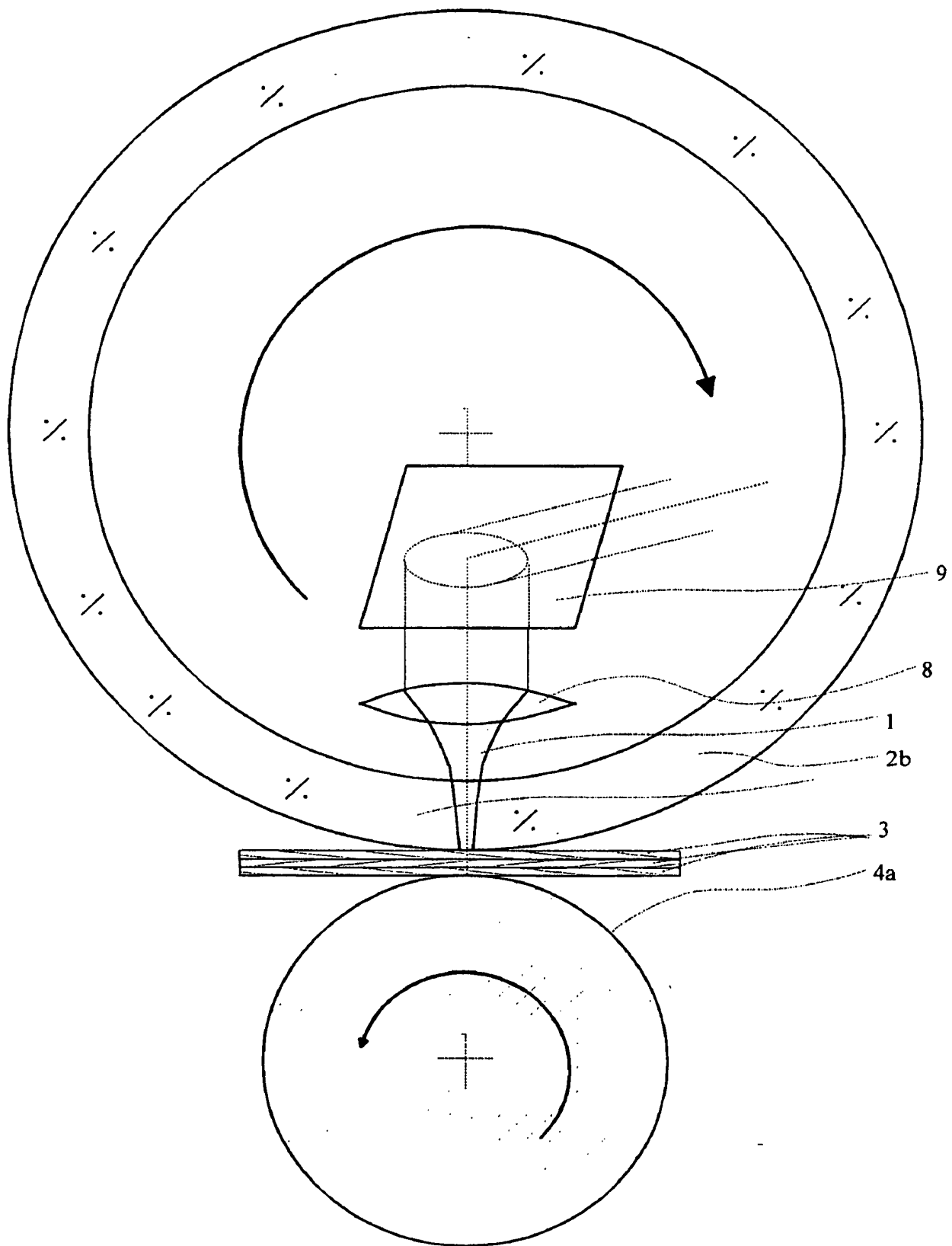


Fig. 5